



Attorney Docket No.: 2540-1010

PATENT

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: PERNI et al.  
Appl. No.: 10/642,603  
Filed: August 19, 2003  
For: BALL SCREW ACTUATOR FOR AIRCRAFT  
CONTROL SURFACES

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Date: October 6, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):


<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
ITALY	RM2003A000169	April 11, 2003

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 25-0120 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

By   
Robert J. Patch, #17,355

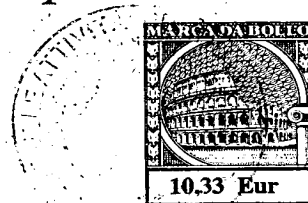
RJP/psf

745 South 23<sup>rd</sup> Street, Suite 200  
Arlington, Virginia 22202  
(703) 521-2297

Attachment



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*



Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

**Invenzione Industriale**

N. RM2003 A 000169

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**20 AGO. 2003**

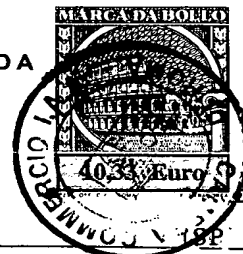
Roma, li .....

IL DIRIGENTE

*P. L. M. M. M.*

20 AGO 2003

Young & Thompson  
745 South 23rd Street  
Arlington, Virginia 22202  
Telephone 703/521-2297  
SN 101642, 603 filed August 19, 2003



A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione UMBRA CUSCINETTI S.p.A.  
Residenza FOLIGNO (PG) ITALIA | codice 02016930543  
2) Denominazione \_\_\_\_\_  
Residenza \_\_\_\_\_ | codice \_\_\_\_\_

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome DI CURZIO SERGIO | cod. fiscale \_\_\_\_\_  
denominazione studio di appartenenza BUGNION S.p.A.  
via Vittorio Emanuele Orlando | n. 83 | città ROMA | cap. 00185 (prov) RM

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ | n. \_\_\_\_\_ | città \_\_\_\_\_ | cap. \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

D. TITOLO ATTUATORE A RICIRCOLO DI SFERE PER SUPERFICI DI GOVERNO DI AEROMOBILI.  
classe proprietà (sez./cl/sc) \_\_\_\_\_ | gruppo sottogruppo \_\_\_\_\_

ANTICIPATA ACCESSIBILITA' AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒ SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_ | N.PROTOCOLLO \_\_\_\_\_  
E. INVENTORI DESIGNATI cognome nome cognome nome

1) PERNI FEDERICO | 3) CAPOLUNGO SANDRO  
2) PIZZONI LUCIANO | 4) \_\_\_\_\_

F. PRIORITA'

Nazione e organizzazione tipo di priorità numero di domanda data di deposito allegato

1) \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_  
1) \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_

SCIoglimento RISERVE  
Data N° Protocollo

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

Doc.1) 1 prov n. pag. \_\_\_\_ riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatori 2 esemplari)  
Doc.2) 1 prov n. tav. \_\_\_\_ disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 2 esemplari)  
Doc.3) 1 RS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale  
Doc.4) 1 RS designazione inventore  
Doc.5) 0 RS documenti di priorità con traduzione in italiano  
Doc.6) 0 RS autorizzazione o atto di cessione  
Doc.7) 0 nominativo completo del richiedente

SCIoglimento RISERVE  
Data N° Protocollo

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8) attestato di versamento, totale € \_\_\_\_\_ | obbligatorio

COMPILATO IL 08 04 2003 FIRMA DEL RICHIEDENTE (I) per procura firma il Mandatario

CONTINUA SI/NO NO Ing. Sergio Di Curzio (Albo iscr. n. 378 RM)

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI

CAMERA DI COMMERCIO I.A.A. DI \_\_\_\_\_ ROMA \_\_\_\_\_ codice 58

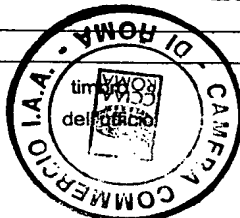
VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA RM 2003 A 000189 | Reg. A  
L'anno duemila TRE | il giorno UNDICI | del mese di APRILE

Il (I) richiedente (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. 0 0 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE

[Firma]



L'UFFICIALE ROGANTE  
[Firma]  
S. A. Allert

NUMERO DOMANDA | \_\_\_\_\_ | REG. A

DATA DI DEPOSITO | 11 / 04 / 12 | 01 01 3

NUMERO BREVETTO | **RM 2003 A 000169** |

## A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione | \_\_\_\_\_ |

Residenza | \_\_\_\_\_ |

## D. TITOLO

| **ATTUATORE A RICIRCOLO DI SFERE PER SUPERFICI DI GOVERNO DI AEROMOBILI.** |

Classe proposta (sez./cl./scl/) | \_\_\_\_\_ |

(gruppo/sottogruppo) | \_\_\_\_\_ |

## L. RIASSUNTO

(Figura 2)

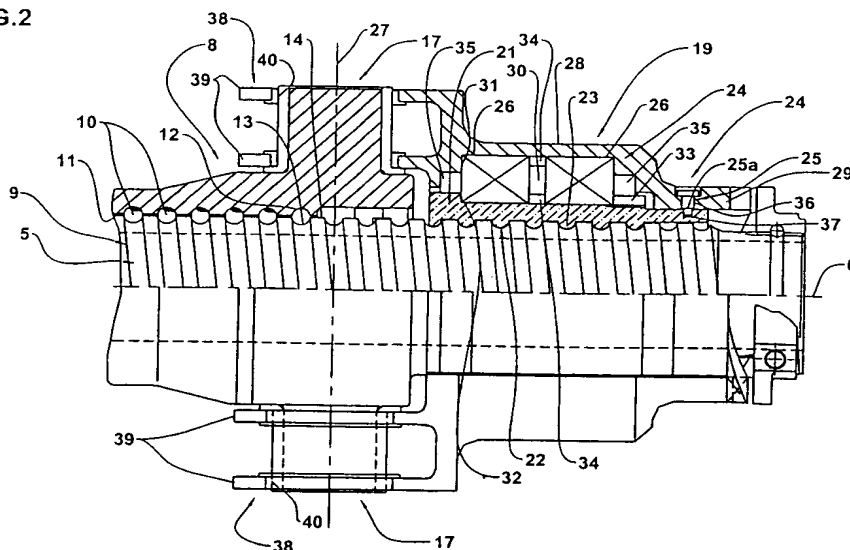
RIASSUNTO

Un attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili, comprende una vite di comando (5), mezzi motori (7) per porre in rotazione la vite (5) attorno al proprio asse longitudinale (6) ed un corpo primario (8) collegato ad una superficie di governo (3) ed impegnato sulla vite di comando (5) tramite una pluralità di sfere di ricircolo (10) mobili sul filetto (9) di detta vite (5). Un corpo secondario (19) è collegato al corpo primario (8) e presenta una porzione ausiliaria (21) dotata di una superficie di impegno (22) affacciata al filetto (9) della vite di comando (5) ad una distanza predeterminata; la superficie di impegno (22) è sagomata per impegnarsi sul filetto (9) di detta vite di comando (5). L'attuatore comprende inoltre mezzi (24) per disaccoppiare il corpo secondario (19) dalla porzione ausiliaria (21) nel moto di rotazione attorno all'asse longitudinale (6).



## M. DISEGNO

FIG.2





velivolo. La chiocciola, a cui è impedita la rotazione, presenta sulla propria superficie interna opportune sedi per una pluralità di sfere in grado di ruotare su se stesse e di scorrere nella gola del filetto della vite di comando. La rotazione della vite di comando determina, tramite l'accoppiamento realizzato dalle sfere, lo scorrimento della chiocciola lungo l'asse longitudinale della vite ed il conseguente movimento della superficie di governo.

Sono inoltre noti attuatori in cui la vite è collegata alla superficie di governo e trasla, mentre la chiocciola è collegata alla struttura e ruota.

Dato che nel campo aeronautico è necessario garantire alle strutture un margine di sicurezza molto elevato, pena la caduta del velivolo, gli attuatori della tecnica nota sono dotati di particolari accorgimenti per impedire che le superfici di governo risultino completamente ingovernabili a causa di un guasto alla chiocciola o alla vite.

La perdita delle sfere dalla chiocciola o la rottura di questa ed ha come conseguenza la perdita della continuità strutturale tra i comandi e le superfici di governo, poiché la chiocciola risulta libera di scorrere rispetto alla vite. In tale situazione, le superfici risultano libere di muoversi sotto l'azione delle forze aerodinamiche ed inerziali e il velivolo diviene assolutamente incontrollabile.

Per ovviare a tale inconveniente, sono stati realizzati attuatori di tipo noto comprendenti una chiocciola ausiliaria, collegata a quella principale, che diviene operativa quando si verifica un malfunzionamento della chiocciola principale stessa. La chiocciola

Ing. **SEBASTIO DI CURZIO**  
Albo Iscr. n° 323 BM

ausiliaria ha la funzione di dispositivo di sicurezza.

Ad esempio, sono note chioccioline ausiliarie a ricircolo di sfere strutturalmente simili a quelle primarie. Benché tale tipo di soluzione garantisca il controllo anche dopo la rottura della chiocciola principale, è da notare che le chioccioline ausiliarie possono essere soggette allo stesso tipo di guasto delle primarie.

Sono inoltre note chioccioline ausiliarie a filetto inverso costituite da una porzione tubolare collegata alla chiocciola principale che presenta sulla propria superficie interna, affacciata alla vite di comando, un filetto controsagomato al filetto della vite.

Durante il funzionamento corretto della chiocciola principale, le sfere mantengono il filetto inverso della chiocciola ausiliaria ad una distanza determinata dal filetto della vite e la porzione tubolare della chiocciola ausiliaria risulta perfettamente coassiale all'asse longitudinale della vite.

A seguito della perdita delle sfere causata da un guasto, entrambe le chioccioline perdono il posizionamento coassiale all'albero della vite e il filetto inverso della chiocciola ausiliaria si impegna nella gola del filetto della vite di comando.

Un primo tipo di chiocciola ausiliaria a filetto inverso è realizzata con materiale antifrizione che scivola nella gola del filetto della vite ed assolve alla funzione delle sfere per una certa frazione della vita richiesta. L'inconveniente principale di tale soluzione è che la durata del filetto inverso antifrizione non è stimabile correttamente; il filetto può danneggiarsi rapidamente e portare alla mancanza di

Ing. Sergio CURZIO  
Albo Iscr. n° 323 BM

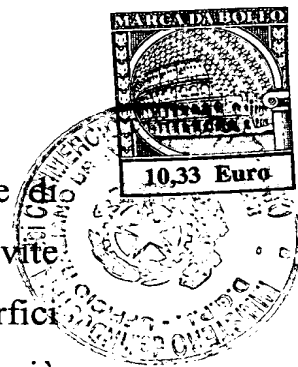


collegamento strutturale tra i componenti sopra citati.

Sono note chiocciolate ausiliarie con filetto ad alto coefficiente di attrito che provoca il grippaggio della chiocciola ausiliaria sulla vite ed il conseguente blocco della chiocciola principale e delle superfici di governo ad essa collegate. Le superfici di governo non sono più controllabili ma rimangono ferme in una determinata posizione consentendo comunque di comandare il velivolo fino all'atterraggio. Il grippaggio del filetto inverso sulla vite avviene durante la rotazione di quest'ultima. La coppia applicata alla vite dal motore è contrastata dalla coppia d'attrito esercitata dal filetto inverso sotto l'azione del carico esterno. Di conseguenza, il carico a cui avviene il grippaggio può risultare molto elevato e non compreso nell'involuppo di volo dell'aeroplano.

E' inoltre noto dal documento US 6 467 363 un dispositivo per il bloccaggio di un attuatore a ricircolo di sfere, che comprende un meccanismo sensore, in grado di avvertire un malfunzionamento della chiocciola primaria, e mezzi per bloccare la vite rispetto alla chiocciola primaria in caso di guasto. I mezzi di bloccaggio sono definiti da un coppia di elementi a forma di disco che, attivati dal meccanismo sensore, vengono spinti da rispettive molle tra la gola del filetto della vite ed una superficie interna di un corpo di contenimento della vite stessa. Tale dispositivo è formato da una molteplicità di elementi facilmente soggetti a rottura che non possono assicurare il necessario margine di sicurezza.

Infine, il documento US 4 644 811 presenta un attuatore a ricircolo



Ing. Sergio DI CURZIO  
Abc. 10.33 EN

di sfere dotato di un dispositivo di finecorsa a ruota libera. L'attuatore comprende una vite a ricircolo di sfere filettata su una porzione predominante eccetto che ad una propria estremità. La vite è inserita in una chiocciola principale, dotata di sfere di ricircolo impegnate sul filetto della vite, ed in una chiocciola secondaria, solidale a quella principale e da quest'ultima trascinata. La chiocciola secondaria è accoppiata a quella principale tramite un perno di ritegno ed un cuscinetto reggispira interposto assialmente. Quando la chiocciola principale esce dalla porzione filettata della vite e tende a proseguire la propria corsa, la chiocciola secondaria si impegna sul filetto della vite e tende a ruotare con la vite stessa rompendo il perno di ritegno. Tale dispositivo permette il blocco della chiocciola solo a fine corsa.

Scopo della presente invenzione è risolvere i problemi riscontrati nella tecnica nota proponendo un attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili in grado di ovviare agli inconvenienti citati.

In particolare, è scopo della presente invenzione realizzare un attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili che assicuri la possibilità di governare il velivolo anche in caso di guasto della chiocciola principale.

È inoltre scopo della presente invenzione proporre un attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili semplice ed affidabile.

Scopo della presente invenzione è anche quello di realizzare un

Ing. Sergio DI CURZIO  
Attestato n. 30/84

attuatore dotato di un dispositivo di sicurezza che entri in funzione a bassi carichi, per evitare il danneggiamento ulteriore del dispositivo e permettere il recupero quasi completo delle parti che lo compongono.

Questi scopi ed altri ancora, che meglio appariranno nel corso della seguente descrizione, vengono sostanzialmente raggiunti da un attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili comprendente le caratteristiche espresse in una o più delle annesse rivendicazioni.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi appariranno maggiormente dalla descrizione dettagliata di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, di un attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili in accordo con la presente invenzione. Tale descrizione verrà esposta qui di seguito con riferimento alle allegate figure, fornite a solo scopo indicativo e, pertanto, non limitativo, in cui:

- la figura 1 mostra schematicamente una sezione trasversale di una superficie di governo di un velivolo collegata ad un attuatore in accordo con la presente invenzione;
- la figura 2 mostra una vista ingrandita dall'alto e parzialmente in sezione dell'attuatore di figura 1, in una prima condizione operativa (funzionamento normale); e
- la figura 3 mostra una porzione dell'attuatore di figura 2 in una seconda condizione operativa (funzionamento in condizione di guasto).

Ing. Sergio DI CURZIO  
Albo Ingegneri 223 SM

Con riferimento alle unite figure, con 1 è stato complessivamente indicato un attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili in accordo con la presente invenzione.

Nell'esempio realizzativo rappresentato, l'attuatore 1 è alloggiato all'interno di una struttura 2 del velivolo, ad esempio il trave di coda, e comanda il movimento di una superficie di governo 3, ad esempio lo stabilizzatore del piano di coda orizzontale. Lo stabilizzatore 3 viene spostato dall'attuatore 1 attorno ad un proprio asse di incernieramento 4, per variare il proprio angolo di attacco.

L'attuatore 1 comprende una vite di comando 5 che viene mossa in rotazione attorno al proprio asse longitudinale 6 da mezzi motori 7, di tipo noto e pertanto illustrati solo in modo schematico nella figura 1, collegati ai comandi del pilota.

Sulla vite di comando 5 è montato un corpo primario 8, che nello specifico campo tecnico prende il nome di chiocciola, accoppiato al filetto 9 della vite 5 tramite una pluralità di sfere di ricircolo 10.

In particolare, come evidenziato nella figura 2, il corpo primario 8, di forma tubolare, presenta una superficie interna 11 dotata di sedi 12 per le sfere di ricircolo 10. Le sfere 10 sono collocate nella gola 13 del filetto 9 e costituiscono il collegamento strutturale tra la vite 5 e la chiocciola 8. Le sfere 10 mantengono inoltre ad una certa distanza la cresta piana 14 del filetto 9 dalla superficie interna 11 dell'organo primario 8.

La rotazione della vite 5 rispetto al corpo primario 8 attorno all'asse longitudinale 6 determina lo scorrimento delle sfere 10 nella gola 13

Ing. Sergio DI CURZIO  
Atto Iscr. n° 323 BM

del filetto 9 della vite 5 e lo spostamento assiale del corpo primario 8 rispetto alla vite 5.

Nella forma realizzativa illustrata in figura 1, la vite 5 è montata tramite un corpo di supporto 15 sulla struttura 2 del velivolo e il corpo primario 8, collegato alla superficie di governo 3, scorre lungo l'asse longitudinale 6 della vite stessa 5. Il corpo di supporto 15 è girevolmente vincolato alla struttura 2 in corrispondenza di una cerniera 16.

In una variante realizzativa non illustrata, il corpo primario 8 è fissato al corpo di supporto 15 mentre la vite 5 scorre assialmente all'interno della chiocciola. La superficie di governo 3 è collegata ad una estremità della vite stessa 5, ad esempio tramite un occhiello montato girevolmente su tale estremità.

Il corpo primario 8 è collegato alla superficie di governo 3 tramite elementi strutturali ridondanti. Con riferimento alla forma realizzativa preferita ed illustrata nella figura 2, il corpo primario 8 presenta due porzioni di aggancio 17 che si estendono da parti opposte rispetto all'asse longitudinale 6 della vite 5. Ciascuna delle porzioni di aggancio 17 è impegnata all'equilibratore 3.

A titolo esemplificativo, nella forma realizzativa illustrata nella figura 1, il corpo primario 8 è incernierato alla superficie di governo 3, in corrispondenza delle proprie porzioni di aggancio 17, attorno ad un rispettivo asse di incernieramento 18.

Durante il funzionamento, con riferimento alla figura 1, la rotazione della vite 5 in un senso o in quello opposto provoca lo scorrimento



Ing. Sergio DI CURZIO  
Aut. 1561-323 BM

del corpo primario 8 in allontanamento (freccia A1) dal corpo di supporto 15 o in avvicinamento (freccia B1) al corpo di supporto 15. Il corpo primario 8 in allontanamento dal corpo di supporto 15 determina la rotazione oraria dell'equilibratore 3 (freccia A2). Il corpo primario 8 in avvicinamento al corpo di supporto 15, determina la rotazione antioraria dell'equilibratore stesso 3 (freccia B2).

L'attuatore 1 comprende inoltre un corpo secondario 19 collegato al corpo primario 8.

Il corpo primario 8 può essere direttamente collegato al corpo secondario 19, secondo quanto rappresentato nella figura 2, o addirittura formare un corpo unico con il corpo secondario 19 stesso.

Alternativamente, il corpo secondario 19 è collegato direttamente alla superficie di governo 3 ed il corpo primario 8 risulta vincolato al corpo secondario 19 tramite la stessa superficie di governo 3. Nella schematizzazione di figura 1, il corpo secondario 19 è collegato tramite una cerniera 20 alla superficie di governo 3. La cerniera 20 è realizzata volutamente con un determinato gioco in modo che, durante il normale funzionamento dell'attuatore 1, alla vite di comando 5 ed al corpo primario 8 sia concesso di ruotare attorno al proprio asse di incernieramento 18.

Il corpo secondario 19 presenta una porzione ausiliaria 21, preferibilmente a sagoma tubolare coassiale alla vite di comando 5, dotata di una superficie di impegno 22 affacciata al filetto 9 della

Ing. Sergio DI CURZIO  
Albo degli Ingegneri  
della Provincia di Roma

vite 5 e spaziata dal filetto stesso 9 di una distanza predeterminata. Preferibilmente, la superficie di impegno 22 è sagomata per impegnarsi sul filetto 9. Più in dettaglio, la superficie di impegno 22, che coincide con la superficie interna della porzione ausiliaria 21 a sagoma tubolare, presenta un filetto inverso 23 controsagomato al filetto 9 della vite 5 e predisposto ad impegnarsi sul filetto 9 della vite stessa 5 (figure 2 e 3).

Secondo una prima forma di realizzazione ed una prima modalità operativa, che sarà più avanti dettagliata, la superficie di impegno 22 della porzione ausiliaria 21 è realizzata in materiale ad alto coefficiente di attrito.

In una seconda forma di realizzazione, la superficie di impegno 22 è realizzata in materiale antifrizione.

Vantaggiosamente, l'attuatore 1 comprende inoltre mezzi 24 per disaccoppiare il corpo secondario 19 dalla porzione ausiliaria 21 nel moto di rotazione attorno all'asse longitudinale 6; tali mezzi sono interposti radialmente tra il corpo secondario 19 e la porzione ausiliaria 21.

Nella forma di realizzazione preferita, i mezzi di disaccoppiamento 24 presentano almeno una porzione indebolita 25 che collega il corpo secondario 19 alla porzione ausiliaria 21 e, preferibilmente, mezzi per la riduzione dell'attrito 26 interposti tra la porzione ausiliaria 21 ed il corpo secondario 19.

Sia la porzione indebolita 25 che i mezzi per la riduzione dell'attrito 26 lavorano sul movimento di rotazione tra i due componenti citati.

Ing. *Severino CURZIO*  
Albo Isc. n° 323 BM

Infatti, la rimozione della porzione indebolita 25 permette la rotazione relativa tra il corpo secondario 19 ed la porzione ausiliaria 21 mentre i mezzi per la riduzione dell'attrito 26 agevolano tale rotazione. I due corpi 19, 21 sono invece solidali assialmente.

Preferibilmente, la porzione indebolita di collegamento 25 è una spina inserita sia nel corpo secondario 19 che nella porzione ausiliaria 21 mentre i mezzi per la riduzione dell'attrito 26 sono definiti da almeno un cuscinetto, ad esempio a sfere, che, interposto radialmente tra i due corpi 19, 21, sopporta i carichi nella direzione dell'asse longitudinale 6.

Più in dettaglio, il corpo primario 8 è preferibilmente costituito da una porzione tubolare , che porta la superficie interna 11 dotata delle sedi 12 per le sfere di ricircolo 10.

Il corpo secondario 19 circonda coassialmente la porzione ausiliaria 21 ed è collegato, nella forma realizzativa illustrata in figura 2, al corpo primario 8 attorno ad un asse 27 ortogonale all'asse longitudinale 6 della vite di comando 5. I mezzi per la riduzione dell'attrito 26 presentano almeno un cuscinetto, preferibilmente due cuscinetti affiancati, interposto tra il corpo secondario 19 ed la porzione ausiliaria 21. La spina 25 è preferibilmente inserita tra il corpo secondario 19 ed la porzione ausiliaria 21.

In particolare, il corpo secondario 19 presenta un primo corpo tubolare 28 radialmente distanziato dalla porzione ausiliaria 21 ed un secondo corpo tubolare 29 coassiale e solidale al primo 28 ed accostato radialmente alla porzione ausiliaria 21 (figura 3).



Tra il primo corpo tubolare 28 e la porzione ausiliaria 21 è definita una camera di contenimento 30 in cui prendono posto i due cuscinetti 26 inseriti in incavi anulari 31, 32 ricavati rispettivamente nel primo corpo tubolare 28 e nella porzione ausiliaria 21, per impedire il movimento assiale di una parte rispetto all'altra.

Una ghiera 33 fissata alla porzione ausiliaria 21 blocca assialmente i cuscinetti 26 e la stessa porzione ausiliaria 21. Nella forma realizzativa illustrata, i due cuscinetti 26 sono separati da distanziali 34 e, tra il corpo secondario 19 e la porzione ausiliaria 21, all'esterno dei cuscinetti 26, sono montate due guarnizioni 35.

Il secondo corpo tubolare 29 e l'estremità della porzione ausiliaria 21 ad esso accostata presentano rispettivi fori coassiali 36, 37 per l'inserimento della spina 25 che quindi risulta orientata trasversalmente rispetto all'asse longitudinale 6 della vite 5. La spina 25 presenta una riduzione della sezione del proprio gambo 25a che, una volta collocata nei fori 36, 37, risulta disposta in corrispondenza delle superfici di accoppiamento tra il secondo corpo tubolare 29 e l'estremità della porzione ausiliaria 21.

Infine, nella forma realizzativa illustrata nella figura 2, il corpo secondario 19 comprende due appendici 38 che si estendono verso il corpo primario 8 e si impegnano alle due porzioni di aggancio 17. Ciascuna delle appendici 38 è formata da due bracci 39 paralleli all'asse longitudinale 6 della vite 5 e dotati di rispettivi fori coassiali 40 in cui è inserita una delle due porzioni di aggancio 17. L'asse di snodo 27 coincide quindi con l'asse delle porzioni di aggancio 17.

Ing. ~~SAVIO~~ DI CURZIO  
Albo Ingeg. n. 253 BM



In altra forma realizzativa il corpo secondario 19 è collegato alla superficie di governo in modo completamente indipendente dal corpo primario 8.

In opera, in assenza di guasti, il corpo primario 8 si muove sulla vite 5 come sopra specificato mentre la superficie di impegno 22 della porzione ausiliaria 21 rimane distanziata dal filetto 9 della vite 5. La porzione ausiliaria 21 non è soggetta ad alcuna rotazione, in quanto la spina 25 la rende solidale al corpo secondario 19.

Quando l'attuatore 1 a causa di un guasto perde le sfere di ricircolo 10 o la continuità strutturale tra il corpo primario 8 e la superficie di governo 3, si ha come conseguenza che un tratto del filetto inverso 23 della superficie di impegno 22 si innesta nel filetto 9 della vite 5 (figura 3).

A causa dell'elevato coefficiente di attrito tra la vite 5 ed il filetto inverso 23, la vite 5, nella propria rotazione attorno all'asse longitudinale 6, tende a trascinare con sé la porzione ausiliaria 21 e determina la rottura della spina 25 in corrispondenza della riduzione della sezione del gambo 25a.

Dopo la rottura della spina 25, la porzione ausiliaria 21 risulta svincolata, nel moto di rotazione, dal corpo secondario 19 ma rimane solidale allo stesso corpo secondario 19 lungo l'asse longitudinale 6. I cuscinetti 26 sopportano i carichi lungo l'asse longitudinale 6 della vite 5 e quelli trasversali causati dalla perdita di coassialità tra la vite stessa 5 ed i corpi primario 8 e secondario 19.

La vite 5, posta in rotazione da un comando del pilota, trascina con sé la porzione ausiliaria 21 che ruota liberamente. Come conseguenza, la rotazione della vite 5 non determina il moto assiale del corpo secondario 19, del corpo primario 8 e neppure il movimento della superficie di governo 3. Il pilota non è in grado di spostare l'equilibratore.

Contemporaneamente, le forze aerodinamiche agenti sulla superficie di governo 3 non sono in grado di muoverla. Infatti, il momento generato dalle forze aerodinamiche attorno alla cerniera 4 della superficie di governo 3 si scarica sul corpo secondario 19. La componente lungo l'asse longitudinale 6 della forza esercitata sul corpo secondario 19 spinge assialmente la porzione ausiliaria 21 ma non riesce a muoverla, dato che, lungo tale direzione, essa è solidale alla vite 5.

L'invenzione consegue importanti vantaggi.

Innanzitutto, l'attuatore secondo la presente invenzione assicura, a seguito di un guasto, l'innesto immediato del dispositivo di sicurezza ed il bloccaggio delle superfici di governo.

Inoltre, il grippaggio della porzione ausiliaria sulla vite e la separazione, nel moto di rotazione, dal corpo secondario avviene a carichi noti determinati sostanzialmente dalla resistenza della spina di collegamento.

Dato che è possibile progettare la spina con un carico di rottura piuttosto basso, l'attuatore secondo la presente invenzione permette di evitare il danneggiamento ulteriore dello stesso e di poter

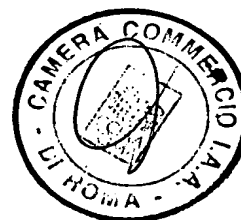
ING. S. CURZIO  
Albo Tech. n° 323 BM

recuperare la quasi totalità delle parti che lo compongono durante le operazioni di riparazione.

Infine, l'attuatore secondo la presente invenzione risulta strutturalmente semplice ed affidabile.

7

Ing. Sergio DI CIRZIO  
Albo Ing. n. 335 BM



## RIVENDICAZIONI

1. Attuatore a ricircolo di sfere per superfici di governo di aeromobili, comprendente:

una vite di comando (5) presentante un filetto (9);

mezzi motori (7) per porre in rotazione la vite (5) attorno al proprio asse longitudinale (6);

un corpo primario (8) collegato ad una superficie di governo (3) ed impegnato sulla vite di comando (5) tramite una pluralità di sfere di ricircolo (10) mobili sul filetto (9) di detta vite (5);

un corpo secondario (19) collegato al corpo primario (8) e presentante una porzione ausiliaria (21) dotata di una superficie di impegno (22) affacciata al filetto (9) della vite di comando (5) ad una distanza predeterminata; la superficie di impegno (22) essendo sagomata per impegnarsi sul filetto (9) di detta vite di comando (5); caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre mezzi (24) per disaccoppiare il corpo secondario (19) dalla porzione ausiliaria (21) nel moto di rotazione attorno all'asse longitudinale (6) interposti radialmente tra detto corpo secondario (19) e detta porzione ausiliaria (21).

2. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i mezzi (24) per disaccoppiare il corpo secondario (19) dalla porzione ausiliaria (21) comprendono almeno una porzione indebolita (25) di collegamento tra il corpo secondario (19) e detta porzione ausiliaria (21).



Ing. Sergio DI CURZIO  
Albo d. Sc. N. 323 BM

3. Attuatore secondo le rivendicazioni 1 o 2, caratterizzato dal fatto che i mezzi (24) per disaccoppiare il corpo secondario (19) dalla porzione ausiliaria (21) comprendono mezzi per la riduzione dell'attrito (26) interposti radialmente tra detto corpo secondario (19) e detta porzione ausiliaria (21).

4. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la porzione ausiliaria (21) presenta una sagoma tubolare coassiale alla vite di comando (5).

5. Attuatore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che la superficie di impegno (22) della porzione ausiliaria a sagoma tubolare (21) presenta internamente un filetto inverso (23) predisposto ad impegnarsi sul filetto (9) della vite di comando (5).

6. Attuatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la porzione indebolita di collegamento (25) è una spina inserita nella porzione ausiliaria (21) e nel corpo secondario (19).

7. Attuatore secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che i mezzi per la riduzione dell'attrito (26) presentano almeno un cuscinetto.

8. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che

Ing. Sergio DI CURZIO  
Albo Ingegneri BM

il corpo secondario (19) circonda coassialmente la porzione ausiliaria (21).

9. Attuatore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che i mezzi per la riduzione dell'attrito (26) presentano almeno un cuscinetto interposto tra il corpo secondario (19) e la porzione ausiliaria (21).

10. Attuatore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che i mezzi per la riduzione dell'attrito (26) presentano due cuscinetti affiancati ed interposti tra il corpo secondario (19) e la porzione ausiliaria (21).

11. Attuatore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che la porzione indebolita di collegamento (25) è una spina inserita nel corpo secondario (19) e nella porzione ausiliaria (21).

12. Attuatore secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che il corpo secondario (19) presenta:

un primo corpo tubolare (28) radialmente distanziato dalla porzione ausiliaria (21), per definire una camera di contenimento (30) per almeno un cuscinetto definente detti mezzi di riduzione dell'attrito (26);

un secondo corpo tubolare (29) coassiale e solidale al primo (28) ed accostato radialmente alla porzione ausiliaria (21).

13. Attuatore secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che la porzione indebolita di collegamento (25) è una spina inserita nel secondo corpo tubolare (29) del corpo secondario (19) e nella porzione ausiliaria (21).

14. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che almeno la superficie di impegno (22) di detta porzione ausiliaria (21) è realizzata in materiale ad alto coefficiente di attrito.

15. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che almeno la superficie di impegno (22) di detta porzione ausiliaria (21) è realizzata in materiale antifrizione.

16. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il corpo primario (8) è direttamente collegato al corpo secondario (19).

17. Attuatore secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che il corpo secondario (19) è collegato al corpo primario (8) attorno ad un asse (27) ortogonale all'asse longitudinale (6) della vite di comando (5).

18. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il corpo primario (8) forma un corpo unico con il corpo



secondario (19).

19. Attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il corpo secondario (19) è collegato direttamente alla superficie di governo (3).

Roma, 11 APR. 2003

In Fede  
Il Mandatario  
Ing. Sergio Di Curzio  
(Albo iscr. N. 323 BM)



FIG.1

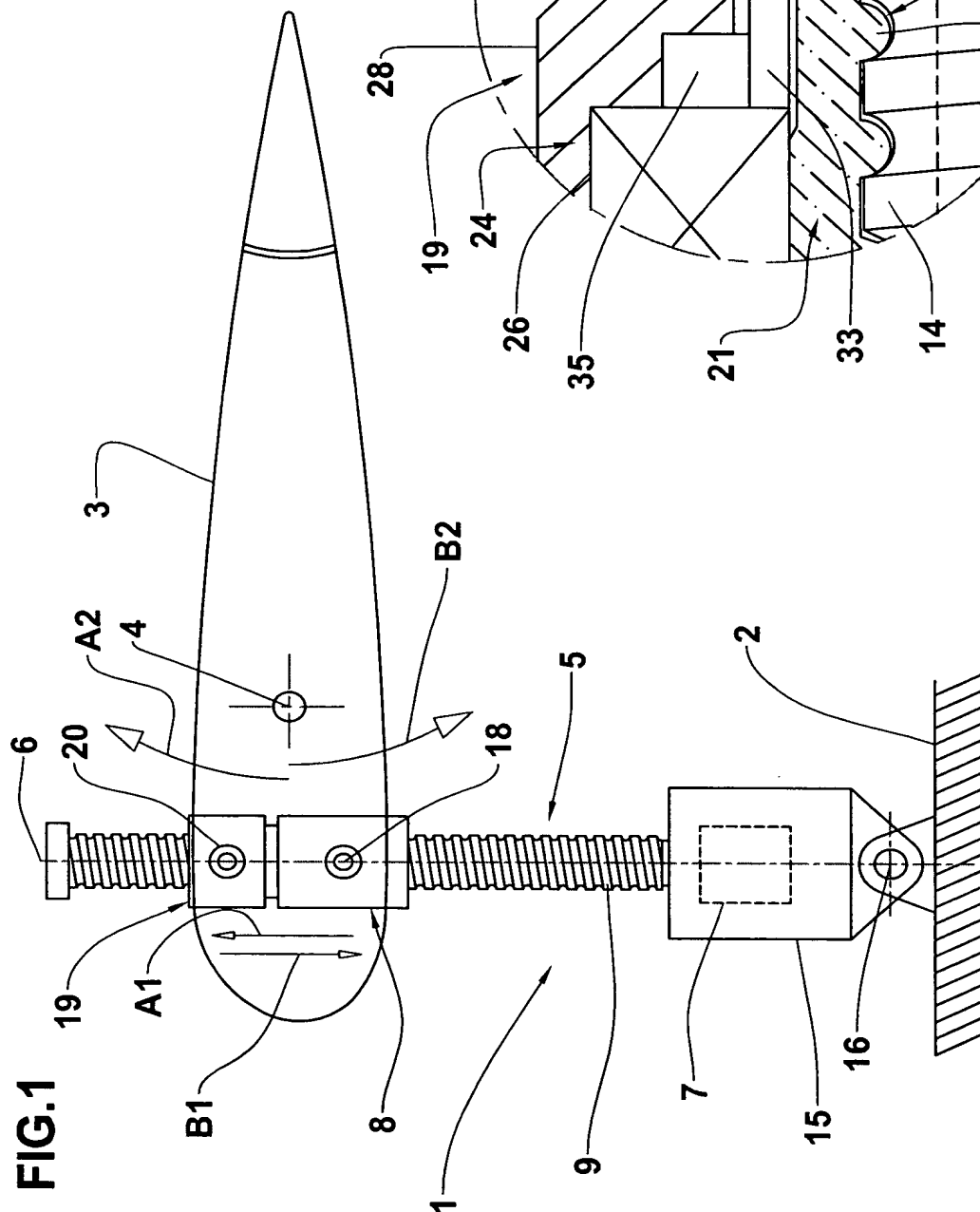
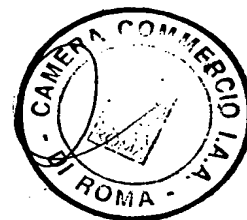
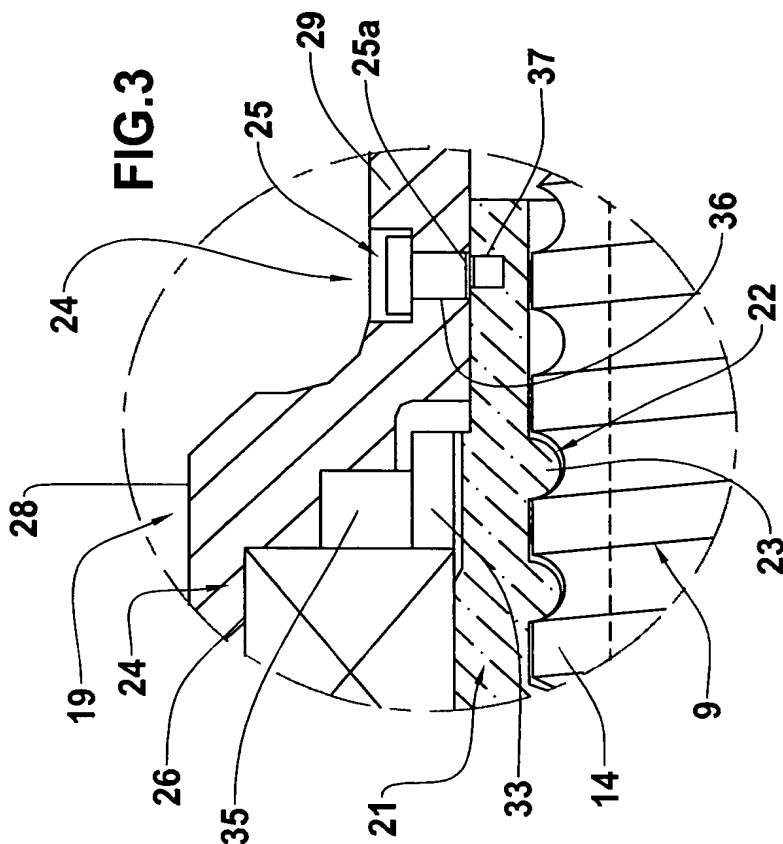


FIG.3



Roma,

11 APR. 2003

Il Mandatario  
Ing. Sergio CERZIO  
Albo Iscr. n° 323 BM

RM 2003 A 000182

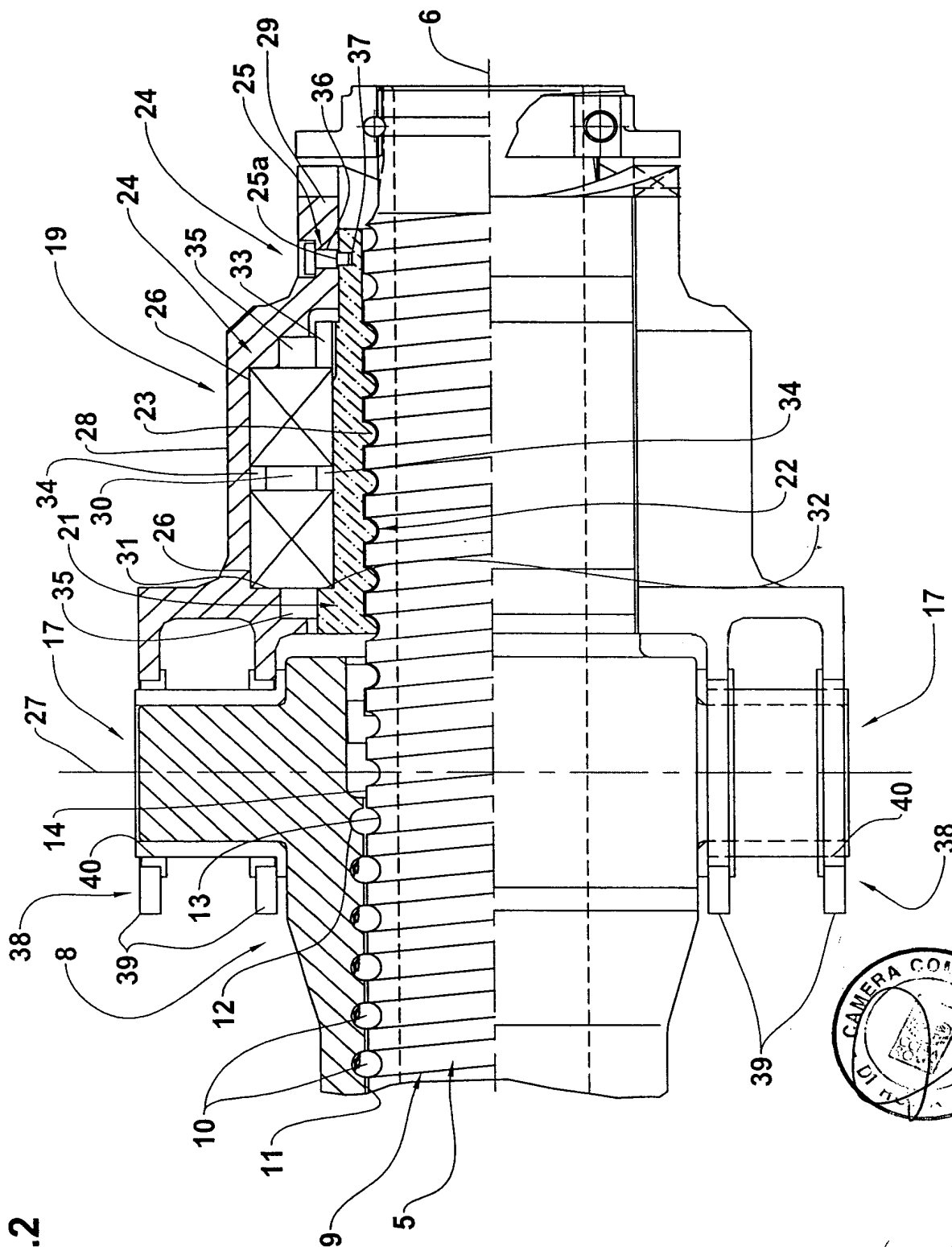


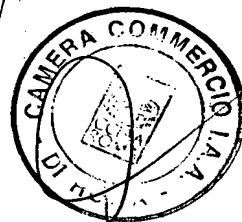
FIG. 2

Roma,

11 APR. 2003

Il Mandatario

Ing. Sergio DI CURZIO  
Albo Iscr. n° 323 BM



Form

I.C.A. - 101

Mod.C.E. -1-4-7

**MINISTRY OF PRODUCTIVE ACTIVITIES**

**GENERAL MANAGEMENT FOR PRODUCTION DEVELOPMENT  
AND COMPETITIVENESS**

**ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
G2 Office**

( € 10,33 Stamp)

**Authentication of copy of the relative documents at the patent for Design application n.  
RM2003 A 000169**

The enclosed copy is declared to be in conformity with the original documents filed with the above cited application, which results from the appended Certificate of Filing.

**Rome, August 20, 2003**

for The Director of the  
Division  
(Dr. Potito GALLOPPO)

## TO THE MINISTRY OF COMMERCE AND INDUSTRY

ITALIAN PATENTS AND TRADE-MARKS OFFICE, ROME

FORM A

APPLICATION FOR INDUSTRIAL INVENTION, FILING OF RESERVATIONS, ADVANCE PUBLIC ACCESS

## A. APPLICANTS

1)	Name	UMBRA CUSCINETTI S.p.A.	
	Address	FOLIGNO (PG) ITALY	code 02016930543
2)	Name		
	Address		code

## B. REPRESENTED BY

surname, first name	DI CURZIO SERGIO		tax code	
firm name	BUGNION S.p.A.			
street	Via Vittorio Emanuele Orlando	no.	83	town ROMA
		postcode	185	RM

## C. APPLICATION ADDRESS:

name				
street		no.		town
		postcode		RM

## D. PATENT TITLE:

proposed class (inventive subject)	group/subgroup
BALL SCREW ACTUATOR FOR AIRCRAFT CONTROL SURFACES.	

ADVANCED PUBLIC ACCESS? YES/NO	NO	IF YES, DATE	NUMBER
--------------------------------	----	--------------	--------

## E. DESIGNATED INVENTORS:

1)	surname, first name	2)	surname, first name
	PERNI FEDERICO		CAPOLUNGO SANDRO
3)	PIZZONI LUCIANO	4)	

## F. PRIORITY:

country	priority type	application number	date filed (dd/mm/yyyy)	attached (Y/N)
none				

## G. MICROBIOLOGICAL PROCEDURES, APPROVED COLLECTION CENTRE, name:

## H. SPECIAL NOTES:

NONE

## DOCUMENTS ATTACHED

1)	1	no. of pages	abstracts with main drawing, description and claims (compulsory, one copy)
2)	1	no. of sheets	drawings (compulsory if quoted in patent description, one copy)
3)	1		letter of appointment, power of attorney, general authorisation
4)	1		inventor designation
5)	0		priority documents with Italian translation
6)	0		authorisation or deed of transfer
7)	0		complete name of applicant
8)	certification of payment in Euro		compulsory

COMPILED ON	08/04/2003	THE APPLICANT(S)	Signed by the Agent
CONTINUES (YES/NO)	NO		Ing. Sergio Di Curzio (Roll No. 323 BM)

IS AN AUTHENTICATED COPY OF THIS ACT REQUIRED? YES/NO

YES

CHAMBER OF COMMERCE INDUSTRY CRAFTS AND AGRICULTURE	ROME	code	58
APPLICATION RECORD: APPLICATION NO.	RM2003A000169	Reg. A	
Year	2003	day	ELEVENTH
		month	April

The aforementioned applicant(s) has (have) laid before the undersigned a patent application for the aforementioned invention composed of

00 additional sheets.

## I. NOTES BY OFFICIAL IN CHARGE

NONE

(Seal)

THE APPLICANT

rubber stamp  
of the office

OFFICIAL IN CHARGE

SUMMARY OF INVENTION WITH MAIN DRAWING

APPLICATION NUMBER RM2003A000169

FILING DATE 11/04/2003

5 PATENT NUMBER

RELEASE DATE

A. APPLICANT

NAME

RESIDENCE

10 D. TITLE

BALL SCREW ACTUATOR FOR AIRCRAFT CONTROL SURFACES

L. ABSTRACT

A ball screw actuator for aircraft control surfaces  
15 comprises a lead screw (5), motor means (7) to set  
the screw (5) in rotation about its longitudinal  
axis (6) and a primary body (8) connected to a  
control surface (3) and engaged on the control  
screw (5) by means of a plurality of balls (10)  
20 movable on the thread (9) of said screw (5). A  
secondary body (19) is connected to the primary  
body (8) and has an auxiliary portion (21) provided  
with an engagement surface (22) facing the thread  
(9) of the lead screw (5) at a predetermined  
25 distance; the engagement surface (22) is shaped to  
engage on the thread (9) of said lead screw (5).  
The actuator further comprises means (24) for  
uncoupling the secondary body (19) from the

auxiliary portion (21) in the rotation motion about  
the longitudinal axis (6).

## DESCRIPTION

of the INDUSTRIAL INVENTION with the title:

**"BALL SCREW ACTUATOR FOR AIRCRAFT CONTROL SURFACES"**

In the name of: **UMBRA CUSCINETTI**, an Italian entity  
5 with its registered office in Foligno (PG), via  
Piave, 12

Inventors: **Ing. Federico Perni, Ing. Luciano  
Pizzoni, Ing. Sandro Capolungo**

Filed on 11.04.2003 Under number RM2003A000169

\* \* \* \* \*

The present invention relates to a ball screw  
actuator for aircraft control surfaces.

Aircraft control surfaces are commanded by  
appropriate actuators able to move them between two  
15 extreme positions, in such a way as to make the  
surfaces assume operative configurations suitable  
for specific phases of flight. For example,  
actuators are used to command the flaps installed  
on the trailing edge of a wing or to control the  
20 elevators mounted on the tail empennage.

Ball screw actuators are known which are  
constituted by a lead screw set in rotation about  
its own longitudinal axis by a motor and associated  
to a tubular body, known in the specific art as  
25 lead nut, mounted coaxially on the screw itself.



The lead nut is cinematically connected to the control surface whilst the screw is mounted integrally on the load bearing structure of the aircraft. The lead nut, which is prevented from  
5 rotating, has on its own inner surface appropriate seats for a plurality of balls able to rotate on themselves and to slide in the throat of the thread of the lead nut. The rotation of the lead screw determines, by means of the coupling provided by  
10 the screws, the sliding of the lead nut along the longitudinal axis of the screw and the consequent motion of the control surface.

Also known are actuators in which the screw is connected to the control surface and translates,  
15 whilst the lead nut is connected to the structure and rotates.

Since in the aeronautical field it is necessary to guarantee a very high safety margin to the structures, or put the aircraft at risk of  
20 crashing, prior art actuators are provided with particular devices to prevent control surfaces from becoming uncontrollable due to a failure in the lead nut or lead screw.

The loss of the balls of the lead nut or the  
25 rupture thereof leads to the loss of the structural

continuity between the controls and the controlling surfaces, since the lead nut is free to slide relative to the screw. In this situation, the surfaces are free to move under the action of aerodynamic and inertial forces and the aircraft is absolutely uncontrollable.

To overcome this drawback, known actuators have been built which comprise an auxiliary lead nut, connected to the main one, which becomes operative when a malfunction occurs in the main lead nut itself. The auxiliary lead nut serves as a safety device.

For instance, auxiliary ball lead nuts are known which are structurally similar to the primary ones. Although this type of solution assures control even after the rupture of the main lead nut, it should be noted that auxiliary lead nuts can be subject to the same type of failure as the primary ones.

Also known are inverse thread auxiliary lead nuts constituted by a tubular portion connected to the main lead nut which has on its own inner surface, facing the lead nut, a thread with reversed shape relative to the thread of the screw.

During the proper operation of the main lead nut, the balls maintain the reversed thread of the

auxiliary lead nut at a determined distance from the thread of the screw and the tubular portion of the is perfectly coaxial to the longitudinal axis of the screw.

5 As a result of the loss of the balls caused by a failure, both lead nuts lose the coaxial positioning relative to the shaft of the screw and the inverse thread of the auxiliary lead nut is engaged in the throat of the thread of the lead  
10 nut.

A first type of inverse thread auxiliary lead nut is made of frictionless material which slides in the throat of the thread of the screw and serves the function of the balls for a certain fraction of  
15 the required working life. The main drawback of such a solution is that the duration of the frictionless inverse thread cannot be estimated correctly; the thread can be damaged rapidly and lead to the lack of structural connection between  
20 the aforementioned components.

Auxiliary lead nuts are known with high friction coefficient which causes the seizure of the auxiliary lead nut on the screw and the consequent locking of the main lead nut and of the control  
25 surfaces connected thereto. The control surfaces

are no longer controllable, but remain motionless in a determined position, allowing in any case to control the aircraft to a landing.

The seizure of the inverse thread on the screw occurs during the rotation thereof. The torque imparted to the screw by the motor is contrasted by the friction torque imparted by the inverse thread under the action of the external load. Consequently, the load at which the seizure occurs may be very high and not included in the flight envelope of the aircraft.

Also known from the document US 6 467 363 is a device for blocking a ball screw actuator, which comprises a sensor mechanism, able to detect a malfunction of the primary lead nut, and means for blocking the screw relative to the primary lead nut in case of failure. The locking means are defined by a pair of disk-shaped elements which, activated by the sensor mechanism, are thrust by respective springs between the throat of the thread of the screw and an inner surface of a containment body of the screw itself. This device is formed by a multiplicity of elements easily subject to rupture which cannot assure the necessary safety margin.

Lastly, the document US 4 644 811 has a ball screw

actuator provided with a free wheel end stop device. The actuator comprises a ball screw threaded on a predominant portion except at one of its ends. The screw is inserted in a main lead nut, provided with balls engaged on the thread of the screw, and in a secondary lead nut, integral with the main one and driven thereby. The secondary lead nut is coupled with the main one by means of a retaining pin and a thrust bearing interposed axially.

When the main lead nut exits the threaded portion of the screw and tends to continue its own run, the secondary lead nut is engaged on the thread of screw and tends to rotate with the screw itself breaking the retaining pin. This device allows the lock the lead nut only at the end of the run.

An aim of the present invention is to solve the problems noted in the prior art, proposing a ball screw actuator for aircraft control surfaces able to overcome the aforementioned drawbacks. In particular, an aim of the present invention is to provide a ball screw actuator for aircraft control surfaces that assures the ability of controlling the aircraft even in case of failure of the main lead nut.

Another aim of the present invention is to propose a simple and reliable ball screw actuator for aircraft control surfaces.

A further aim of the present invention is to obtain  
5 an actuator provided with a safety device that operates at low loads, to prevent further damages to the devices and allow the nearly complete recovery of the parts that comprise it.

These aims and others besides, which shall become  
10 more readily apparent in the course of the present description, are substantially achieved by a ball bearing actuator for aircraft control surfaces comprising the characteristics expressed in one or more of the accompanying claims.

15 Further characteristics and advantages shall become more readily apparent from the detailed description of a preferred, but not exclusive, embodiment of a ball bearing actuator for aircraft control surfaces in accordance with the present invention. The  
20 description shall be provided below with reference to the accompanying figures, provided purely by way of non limiting indication, in which:

- Figure 1 schematically shows a cross section of a control surface of an aircraft connected to an  
25 actuator in accordance with the present invention;

- Figure 2 shows an enlarged, partially sectioned view of the actuator of Figure 1, in a first operative condition (normal operation); and

- Figure 3 shows a portion of the actuator of Figure 2 in a second operative condition (operation in failure condition).

With reference to the accompanying figures, the number 1 globally designates a ball screw actuator for aircraft control surfaces according to the present invention.

In the illustrated embodiment, the actuator 1 is housed within a structure 2 of the aircraft, for instance the tail boom, and commands the movement of a control surface 3, for example the stabiliser of the tail plane. The stabiliser 3 is moved by the actuator 1 about its own hinge axis 4, to change its own angle of attack.

The actuator 1 comprises a lead screw 5 which is moved in rotation about its own longitudinal axis 6 by motor means 7, known and therefore illustrated only schematically in Figure 1, connected to the pilot's controls.

On the lead screw 5 is mounted a primary body 8, which in the specific technical field goes under the name of lead nut, coupled to the thread 9 of

the screw 5 by means of a plurality of balls 10.

In particular, as Figure 2 shows, the primary body 8, tubular shaped, has an inner surface 11 provided with seats 12 for the balls 10. The balls 10 are  
5 located in the throat 13 of the thread 9 and constitute the structural connection between the screw 5 and the nut 8. The balls 10 also keep at a certain distance the planar crest 14 of the thread 9 from the inner surface of the primary organ 8.

10 The rotation of the screw 5 relative to the primary body 8 about the longitudinal axis 6 causes the balls 10 to slide in the throat 13 of the thread 9 of the screw 5 and the primary body 8 to move axially relative to the screw 5.

15 In the embodiment shown in Figure 1, the screw 5 is mounted by means of a primary support body 15 on the structure 2 of the aircraft and the primary body 8, connected to the control surface 3, slides along the longitudinal axis 6 of the screw 5. The  
20 support body 15 is pivotally engaged to the structure 2 in correspondence with a hinge 16.

In an embodiment not shown herein, the primary body 8 is fastened to the support body 15 whilst the screw 5 slides axially inside the lead nut. The  
25 control surface 3 is connected to an end of the



screw 5, for instance by means of an eyelet pivotally mounted on said end.

The primary body 8 is connected to the control surface 3 by means of redundant structural elements. With reference to the preferred embodiment shown in Figure 2, the primary body 8 has two latching portions 17 which extend from opposite sides relative to the longitudinal axis 6 of the screw 5. Each of the latching portions 17 is engaged to the elevator 3.

By way of example, in the embodiment shown in Figure 1, the primary body 8 is hinged to the control surface 3, in correspondence of its own latching portions 17, about a respective hinge axis 18.

During operation, with reference to Figure 1, the rotation of the screw 5 in a direction or in the opposite one causes the sliding of the primary body 8 away (arrow A1) from the support 15 or towards (arrow B1) the support body 15. The primary body 8, moving away from the support body 15, causes the clockwise rotation of the stabiliser 3 (arrow A2). The primary body 8, moving towards the support body 15, causes the counter-clockwise rotation of the stabiliser 3 (arrow B2).

The actuator 1 also comprises a secondary body 19 connected to the primary body 8.

The primary body 8 can be directly connected to the secondary body 19, as shown in Figure 2, or even  
5 form a single body with the secondary body 19 itself.

Alternatively, the secondary body 19 is connected directly to the control surface 3 and the primary body 8 is fastened to the secondary body 19 by  
10 means of the same control surface 3. In the schematic representation of Figure 1, the secondary body 19 is connected by means of a hinge 20 to the control surface 3. The hinge 20 is purposely constructed with a determined play so that, during  
15 the normal operation of the actuator 1, the lead screw 5 and the primary body 8 are allowed to rotate about their own hinge axis 18.

The secondary body 19 has an auxiliary portion 21, preferably with tubular shape coaxial to the lead  
20 screw 5, provided with an engagement surface 22 facing the thread 9 of the screw 5 and at a predetermined distance from the thread 9.

Preferably, the engagement surface 22 is shaped to engage the thread 9. More in detail, the engagement  
25 surface 22, which coincides with the inner surface

of the auxiliary portion 21 with tubular shape, has an inverse thread 23 shaped counter to the thread 9 of the screw 5 and adapted to engage on the thread 9 of the screw 5 itself (Figures 2 and 3).

5 According to a first embodiment and a first operating mode, which shall be described in detail farther on, the engagement surface 22 of the auxiliary portion 21 is made of material with high friction coefficient.

10 In a second embodiment, the engagement surface 22 is made of frictionless material.

Advantageously, the actuator 1 further comprises means 24 for uncoupling the secondary body 19 from the auxiliary portion 21 in the rotation motion  
15 about the longitudinal axis 6; said means are radially interposed between the secondary body 19 and the auxiliary portion 21.

In the preferred embodiment, the uncoupling means 24 have at least a weakened portion 25 which  
20 connects the secondary body 19 to the auxiliary portion 21 and, preferably, friction reducing means 26 interposed between the auxiliary portion 21 and the secondary body 19.

Both the weakened portion 25 and the friction  
25 reducing means 26 work on the rotation motion

between the two aforementioned components.

The removal of the weakened portion 25 allows the relative rotation between the secondary body 19 and the auxiliary portion 21 whilst the friction  
5 reducing means 26 facilitate said rotation. The two bodies 19, 21 are instead axially integral.

Preferably, the weakened connecting portion 25 is a pin inserted both in the secondary body 19 and in the auxiliary portion 21 whilst the friction  
10 reducing means 26 are defined by at least a bearing, for instance a ball bearing, which, radially interposed between the two bodies 19, 21, bears the loads in the direction of the longitudinal axis 6.

15 More in detail, the primary body 8 is preferably constituted by a tubular portion, which bears the inner surface 11 provided with the seats 12 for the balls 10.

The secondary body 19 coaxially surrounds the  
20 auxiliary portion 21 and is connected, in the embodiment shown in Figure 2, to the primary body 8 about an axis 27 orthogonal to the longitudinal axis 6 of the control screw 5. The friction reducing means 26 have at least a bearing,  
25 preferably two bearings set side by side,

interposed between the secondary body 19 and the auxiliary portion 21. The pin 25 is preferably inserted between the secondary body 19 and the auxiliary portion 21.

5 In particular, the secondary body 19 has a first tubular body 28 radially distanced from the auxiliary portion 21 and a second tubular body 29 coaxial and integral to the first 28 and radially approached to the auxiliary portion 21 (Figure 3).

10 Between the first tubular body 28 and the auxiliary portion 21 is defined a containment chamber 30 in which are positioned the two bearings 26 inserted in annular recesses 31, 32 obtained respectively in the first tubular body 28 and in the auxiliary  
15 portion 21, to prevent the axial motion of one part relative to the other.

A ring nut 33 fastened to the auxiliary portion 21 axially locks the bearings 26 and the auxiliary portion 21. In the illustrated embodiment, the two  
20 bearings 26 are separated by spacers 34 and, between the secondary body 19 and the auxiliary portion 21, outside the bearings 26, are mounted two gaskets 35.

The second tubular body 29 and the end of the  
25 auxiliary portion 21 approached thereto have

respective coaxial holes 36, 37 for the insertion of the pin 25 which therefore is oriented transversely relative to the longitudinal axis 6 of the screw 5. The pin 25 exhibits a reduction of the section of its own stem 25a which, once placed in the holes 36, 37 is positioned in correspondence with the coupling surfaces between the second tubular body 29 and the end of the auxiliary portion 21.

Lastly, in the embodiment illustrated in Figure 2, the secondary body 19 comprises two appendages 38 which extend towards the primary body 8 and engage the two latching portions 17. Each of the appendages 38 is formed by two arms 39 parallel to the longitudinal axis 6 of the screw 5 and provided with respective coaxial holes 40 into which is inserted one of the two latching portions 17. The articulation axis 27 thus coincides with the axis of the latching portion 17.

In another embodiment the secondary body 19 is connected to the control surface in a manner that is wholly independent from the primary body 8.

In operation, in the absence of failures, the primary body 8 moves on the screw 5 as specified above whilst the engagement surface 22 of the

auxiliary portion 21 remains distanced from the thread 9 of the screw 5. The auxiliary portion 21 is not subject to any rotation, since the pin 25 makes it integral with the secondary body 19.

5 When the actuator 1 as a result of a failure loses the balls 10 or the structural continuity between the primary body 8 and the control surface 3, the consequence is that a segment of the inverse thread 23 of the engagement surface 22 couples with the  
10 thread 9 of the screw 5 (Figure 3).

Due to the high friction coefficient between the screw 5 and the inverse thread 23, the screw 5, in its rotation about the longitudinal axis 6, tends to drag with it the auxiliary portion 21 and causes  
15 the breakage of the pin 25 in correspondence with the reduction of the section of the stem 25a.

After the breakage of the pin 25, the auxiliary portion 21 is uncoupled, in the rotation motion, from the secondary body 19 but remains integral  
20 with the same secondary body 19 along the longitudinal axis 6. The bearings 26 bear the loads along the longitudinal axis 6 of the screw 5 and the transverse loads caused by the loss of the coaxial condition between the screw 5 and the  
25 primary body 8 and secondary body 19.

The screw 5, set in rotation by a command from the pilot, drags with it the auxiliary portion 21 which rotates freely. Consequently, the rotation of the screw 5 does not determine the axial motion of the secondary body 19, of the primary body 8, or the motion of the control surface 3. The pilot is unable to move the stabiliser.

Simultaneously, the aerodynamic forces acting on the control surface 3 are not able to move it. The moment generated by the aerodynamic about the hinge 4 of the control surface 3 unloads on the secondary body 19. The component along the longitudinal axis 6 of the force imparted on the secondary body 19 axially thrusts the auxiliary portion 21 but is unable to move it, since, along this direction, it is integral with the screw 5.

The invention achieves important advantages.

First of all, the actuator according to the present invention assures, following a failure, the immediate coupling of the safety device and the locking of the control surfaces.

Moreover, the seizure of the auxiliary portion on the screw and the separation, in the rotation motion, from the secondary body takes place at known loads, substantially determined by the



strength of the connecting pin.

Since the pin can be designed with a rather low breaking load, the actuator according to the present invention allows to avoid further damage to the actuator and to recover nearly all of the parts that compose it during repair operations.

Lastly, the actuator according to the present invention is structurally simple and reliable.

## CLAIMS

1. Ball screw actuator for aircraft control surfaces, comprising:

a lead screw (5) having a thread (9);

5 motor means (7) to set the screw (5) in rotation about its own longitudinal axis (6);

a primary body (8) connected to a control surface (3) and engaged on the lead screw (5) by means of a plurality of balls (10) movable on the thread (9)

10 of said screw (5);

a secondary body (19) connected to the primary body (8) and having an auxiliary portion (21) provided with an engagement surface (22) facing the thread (9) of the control screw (5) at a predetermined

15 distance; the engagement surface (22) being shaped to engage the thread (9) of said lead screw (5);

characterised in that it further comprises means (24) for de-coupling the secondary body (19) from the auxiliary portion (21) in the rotation motion

20 about the longitudinal axis (6) radially interposed between said secondary body (19) and said auxiliary portion (21).

2. An actuator as claimed in claim 1, characterised

25 in that the means (24) for de-coupling the

secondary body (19) from the auxiliary portion (21) comprising at least a weakened portion (25) for connecting the secondary body (19) and said auxiliary portion (21).

5

3. An actuator as claimed in claims 1 or 2, characterised in that the means (24) to de-couple the secondary body (19) from the auxiliary portion (21) comprise friction reducing means (26) radially  
10 interposed between said secondary body (19) and said auxiliary portion (21).

4. An actuator as claimed in claim 1, characterised in that the auxiliary portion (21)  
15 has a tubular shape coaxial to the lead screw (5).

5. An actuator as claimed in claim 4, characterised in that the engagement surface (22) of the auxiliary portion with tubular shape (21)  
20 internally has an inverse thread (23) adapted to engage the thread (9) of the lead screw (5).

6. An actuator as claimed in claim 2, characterised in that the weakened connecting portion (25) is a  
25 pin inserted in the auxiliary portion (21) and in

the secondary body (19).

7. An actuator as claimed in claim 3, characterised  
in that the friction reducing means (26) have at  
5 least a bearing.

8. An actuator as claimed in claim 1, characterised  
in that the secondary body (19) coaxially surrounds  
the auxiliary portion (21).

10

9. An actuator as claimed in claim 8, characterised  
in that the friction reducing means (26) have at  
least a bearing interposed between the secondary  
body (19) and the auxiliary portion (21).

15

10. An actuator as claimed in claim 8,  
characterised in that the friction reducing means  
(26) have two bearings set side by side and  
interposed between the secondary body (19) and the  
20 auxiliary portion (21).

11. An actuator as claimed in claim 8,  
characterised in that the weakened connecting  
portion (25) is a pin inserted in the secondary  
25 body (19) and in the auxiliary portion (21).

12. An actuator as claimed in claim 8,  
characterised in that the secondary body (12) has:  
a first tubular body (28) radially distanced from  
5 the auxiliary portion (21), to define a containment  
chamber (30) for at least a bearing defining said  
friction reducing means (26);  
a second tubular body (29) coaxial and integral  
with the first (28) and radially approached to the  
10 auxiliary portion (21).

13. An actuator as claimed in claim 12,  
characterised in that the weakened connecting  
portion (25) is a pin inserted into the second  
15 tubular body (29) of the secondary body (19) and  
into the auxiliary portion (21).

14. An actuator as claimed in claim 1,  
characterised in that at least the engagement  
20 surface (22) of said auxiliary portion (21) is made  
of material with high friction coefficient.

15. An actuator as claimed in claim 1 characterised  
in that at least the engagement surface (22) of  
25 said auxiliary portion (21) is made of frictionless

material.

16. An actuator as claimed in claim 1,  
characterised in that the primary body (8) is  
5 directly connected to the secondary body (19).

17. An actuator as claimed in claim 16,  
characterised in that the secondary body (19) is  
connected to the primary body (8) about an axis  
10 (27) orthogonal to the longitudinal axis (6) of the  
lead screw (5).

18. An actuator as claimed in claim 1,  
characterised in that the primary body (8) forms a  
15 single body with the secondary body (19).

19. An actuator as claimed in claim 1,  
characterised in that the secondary body (19) is  
directly connected to the control surface (3).

20 Rome, April 11 2003

Signed by the Agent

Ing. Sergio Di Curzio

(Roll NO. 323 BM)